

机械设计基础 实验指导书

_____学院_____专业_____班

学号_____ 姓名_____

天津科技大学机械工程学院机械基础实验中心

目 录

实验一	机构运动简图测绘实验	1
实验二	机构运动方案创新设计实验	7
实验三	渐开线齿轮范成原理实验	10
实验四	带传动实验	14
实验五	轴系结构设计实验	20
实验六	减速器拆装实验	26

实验一 机构运动简图测绘实验

一、实验目的

1. 根据实际机械或模型的结构，学习测绘机构运动简图的方法、步骤、基本技能。
2. 通过训练测绘进一步理解机构的组成、机构自由度的意义及如何计算机构自由度。
3. 通过实验进一步了解机构运动简图与实际机构的区别。

二、实验设备

1. 各种机构模型或机械实物。
2. 绘图工具 铅笔、橡皮、纸张（自备）、卷尺、直尺等。

三、实验方法

机构运动简图只与机构原动件的运动规律、机构中的构件数目、运动副的类型、数目及各运动副的相对位置（即与运动有关的尺寸）有关，而与构件的实际外形、运动副的具体结构无关。因此，绘制反映机构运动特性的机构简图时，可以撇开机构复杂的外形和运动副的具体构造，而用简单的线条和规定的符号表示构件和运动副，并按一定的比例确定运动副相对位置，从而绘制出机构运动简图。具体步骤：

1. 观察

（1）用手缓慢转动（拨动）被测绘的机构模型或机械实物，从原动件开始仔细观察其运动情况，找出并分析哪些是固定件，哪些是活动构件，确定构件的数目。

（2）观察并分清各运动单元及运动单元之间的相对关系和相对位置，判断和确定机构运动副的数目和类型。

2. 测绘

（1）选择能清楚表达多数构件运动特性的平面作为投影面，注意各运动单元应处于一般的位置上。

（2）测量各构件上与运动有关的尺寸，如两转动副的中心距离，移动

副的相对位置尺寸等。

(3) 选择适当的比例尺，或在只需了解机械运动特征而不进行定量分析时，可不一定按准确比例绘制简图，但应目测相关尺寸，按近似比例绘出大致相对位置即可。

$$\text{长度比例尺 } \mu_l = \frac{\text{构件的实际长度 (mm)}}{\text{简图上所画的构件长度 (mm)}}$$

(4) 徒手在稿纸上按规定的符号和构件的联系顺序依次画出机构运动简图。

(5) 计算机构自由度，并验算测绘结果是否正确。

机构自由度 F

$$F = 3n - 3P_L - P_H$$

式中： n — 活动构件数；

P_L — 低副数；

P_H — 高副数。

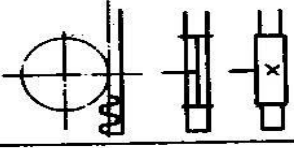
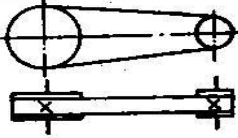
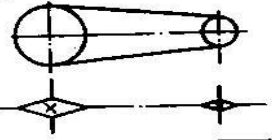
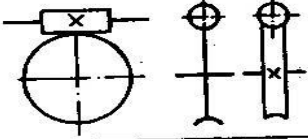
四、实验要求

参照常川运动副的符号、常用机构运动简图符号、一般构件的表示方法，每个同学自选测绘四个机构运动简图。

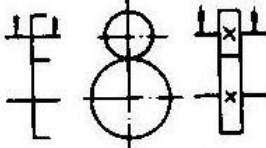
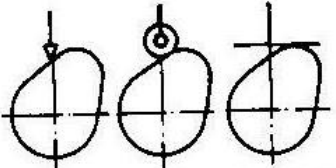
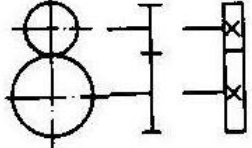
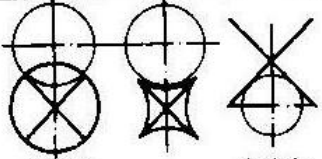
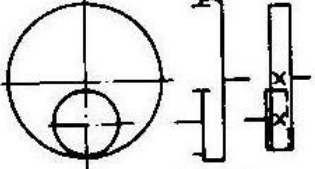
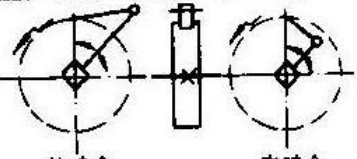
常用运动副的符号

运动副名称		运动副符号	
		两运动构件构成的运动副	两构件之一为固定时的运动副
平面运动副	转动副		
	移动副		
	平面高副		
空间运动副	点接触高副与线		
	圆柱副		
	球面副及球销副		
	螺旋副		

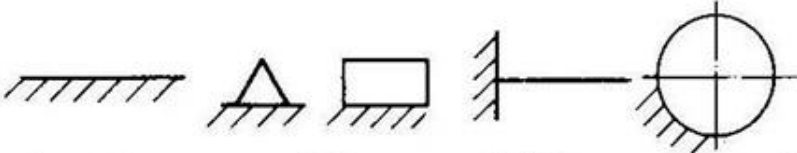
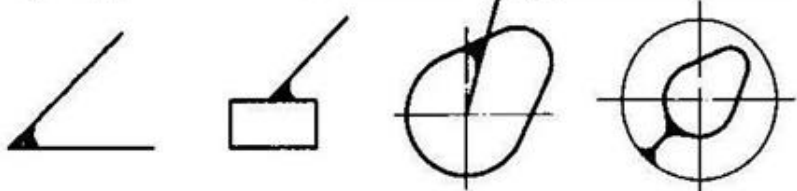
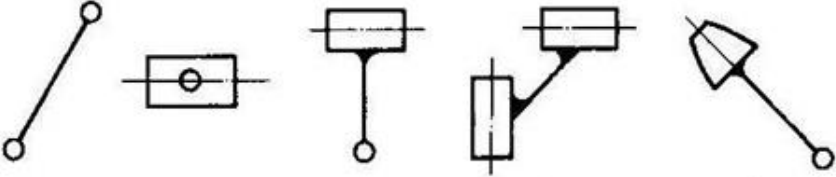
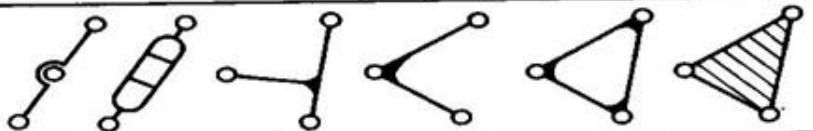
常用机构简图的符号 (1)

在支架上的电机		齿条传动	
带传动		圆锥齿轮传动	
链传动		圆柱蜗杆传动	

常用机构简图的符号 (2)

摩擦轮传动		凸轮传动	
外啮合圆柱齿轮传动		槽轮机构	 外啮合 内啮合
内啮合圆柱齿轮传动		棘轮机构	 外啮合 内啮合

一般构件的表示方法

杆、轴类 构件	
固定构件	
同一构件	
两副构件	
三副构件	

机构运动简图实验报告

班级_____ 姓名_____ 实验日期_____ 实验地点_____

审阅_____

一、绘制机构运动简图，计算机构自由度

机构名称	机构名称
$n =$ $P_L =$ $P_H =$ $F =$	$n =$ $P_L =$ $P_H =$ $F =$
机构名称	机构名称
$n =$ $P_L =$ $P_H =$ $F =$	$n =$ $P_L =$ $P_H =$ $F =$

二、学习体会和建议

实验二 机构运动方案创新设计实验

一、实验目的

- 1、加深学生对机构组成原理的认识，熟悉杆组概念，为机构创新设计奠定良好的基础。
- 2、利用若干不同的杆组，拼接不同的平面机构，以培养学生机构运动创新设计意识及综合设计的能力。
- 3、培养学生的工程实践动手能力。

二、实验设备和工具

JYCS- I 型机构运动方案创新设计实验台和构件、零件、钢板尺、卷尺、扳手等，学生自备圆规、铅笔等文具。

1. 实验仪器的特点

可以在实验台上无级地调整主、从动构件固定铰链的位置和固定导路的位置；构件和机架都是组合式的，可以方便地进行组装和拆卸；能够组装、连接各种类型的平面机构并使其运动。

2. 实验台机架

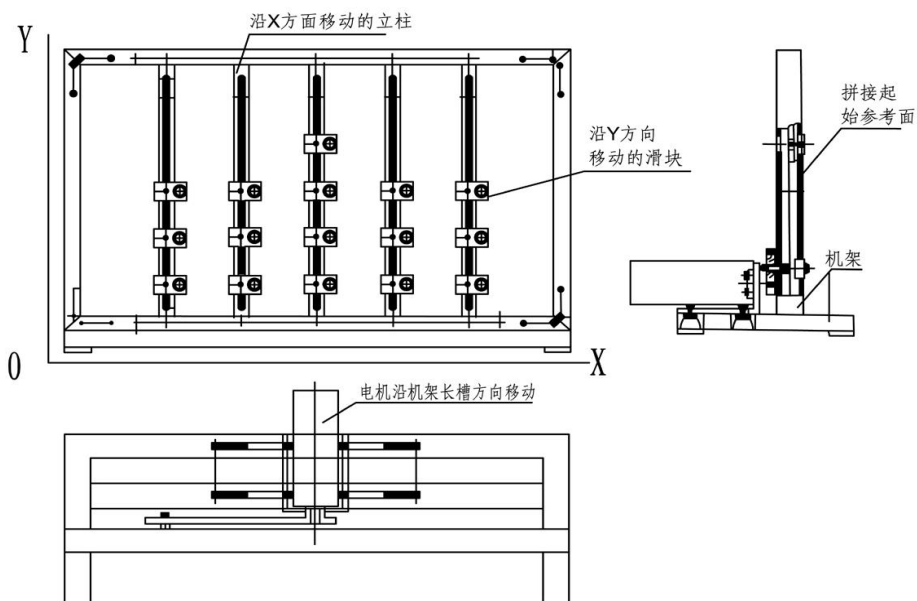


图 1 实验台机架示意图

实验台机架中有 5 根铅垂立柱，它们可沿 X 方向移动。移动时请用双手推动并尽可能使立柱在移动过程中保持铅垂状态。立柱移动到预定的位置后，将立柱上、下两端的螺栓锁紧（安全注意事项：不允许将立柱上、下两端的螺栓卸下，在移动立柱前只需将螺栓拧松即可）。立柱上的滑块可沿 Y 方向移动。将滑块移动到预定的位置后，用螺栓将滑块紧定在立柱上。按上述方法即可在 X、Y 平面内确定活动构件相对机架的连接位置。面对操作者的机架铅垂面称为拼接起始参考面。

3. 组装机构的零件

组装机构的零件有凸轮、高副锁紧弹簧、齿轮、齿条、槽轮拨盘、槽轮、主动轴、转动副轴（或滑块）、扁头轴、主动滑块差件、连杆（或滑块导向杆）、转动副轴（或滑块）、带垫片螺栓、运动构件层面限位套、皮带轮等等，具体可参看“机构运动方案创新设计实验台组件清单”中的说明。

电机有直线电机和旋转电机：

（1）直线电机及行程开关：（10mm/s）

两行程开关的最大安装间距限制在 300mm 范围内。

（2）旋转电机：（10r/min）

旋转电机安装在实验台机架底部，并可沿机架底部的长形槽移动电机。电机上连有 220V、50Hz 的电源线及插头，连线上串接有连线盒及电源开关。

三. 实验预习

预习机构组成原理，杆组概念以及机构的结构分析，详尽了解机构创新设计实验台、构件、零件及各种运动副的拼接，请参考“机构运动方案创新设计实验台组件清单”资料附件。

四. 实验步骤

1. 选择构件，拼接基本杆组，注意转动副及移动副的拼接方法。
2. 将基本杆组依次连接并固定于机架上，机架的位置通过调节实验台上铅垂立柱和滑块的位置确定。在拼接时注意**各构件必须通过限位套装配在不同层面**，以防止构件在运动中相互干涉。
3. 整个机构组装完毕，打开电机，认真观察运动情况。测量各构件的

运动尺寸，以一定的比例尺将机构运动简图绘制在实验报告上。

五. 实验报告：

要求：1、拼接1至2种机构，绘制机构运动简图，计算机构自由度并进行机构结构的分析；

2、书写学习体会及建议。

机构运动方案创新设计实验报告

班级 _____ 姓名 _____ 实验日期 _____
_____ 审阅 _____

一、创新机构运动简图绘制及结构分析

机构名称：
机构运动简图及结构分析：

二、四杆机构分析（绘制四杆机构，并在图中标注极位夹角、压力角、传动角、最小传动角、说明死点位置）

四杆机构名称：

四杆机构分析：

实验三 渐开线齿轮范成原理实验

一、实验目的

1. 掌握范成法切制渐开线齿轮的原理。
2. 观察齿轮加工时的根切现象，分析渐开线齿轮产生根切的原因，掌握避免根切的方法。
3. 分析比较标准齿轮和变位齿轮的异同点。

二、仪器和用具

1. 渐开线齿轮范成仪；
2. 齿轮毛坯（圆形纸）；
3. 圆规、直尺、铅笔（自备）。

三、齿轮范成仪的构造

范成仪是利用共轭齿廓互为包络线的原理加工齿轮的一种方法，范成仪可以真实地再现齿轮范成加工的全过程。

范成仪的构造如图 2 所示：圆盘 1 绕固定轴心 o 转动，圆盘背后装有与之固联的齿轮 2，并与固定在横动拖板上的齿条 4 啮合。横动拖板上装有齿条刀具 6，可在机架 3 上横向移动。由于齿轮 2 与齿条 4 的啮合关系，从而使圆盘 1 相对齿条刀具 6 的运动和被加工齿轮与齿条刀具的运动完全一样。根据横动拖板两侧的刻度 5，可调节齿条刀具中线与被加工齿轮的分度圆的相对位置。齿条刀具中线与被加工齿轮的分度圆相切，加工出来地是标准齿轮；反之加工的是变位齿轮。

齿条刀具参数： 模数 $m = 15$

压力角 $\alpha = 20^\circ$

齿顶高系数 $h_a^* = 1$

顶隙系数 $c^* = 0.25$

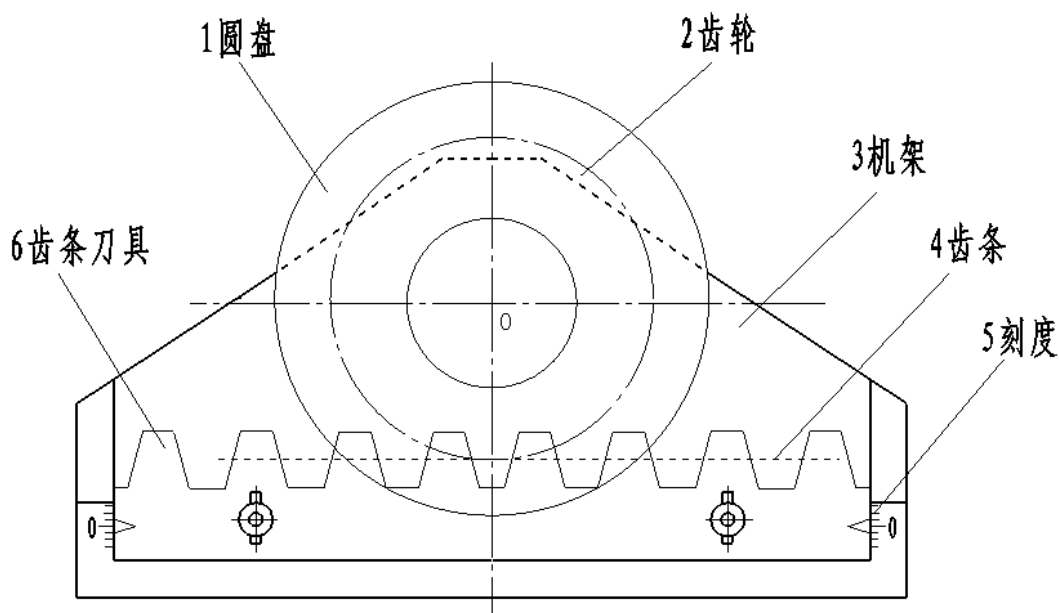


图2 齿轮范成仪示意图

四. 实验原理

运用一对齿轮在啮合时其共轭齿廓互为包络的原理加工齿轮的方法称为范成法。加工时其中一个轮为刀具，另一个为轮坯，由机床的传动系统保证刀具与轮坯以固定的角速比相对转动，和一对真正齿轮相互啮合传动一样，同时刀具还沿轮坯的轴向作切削运动。这样加工出来的齿轮齿廓就是刀具刀刃在各个位置的包络线。渐开线作为刀具齿廓，则其包络线必亦为渐开线。但是实际加工时无法看到刀刃在各个位置形成包络线的过程，故通过齿轮范成仪来复演这一刀具与轮坯间的传动过程。实验时通过用铅笔将刀具刀刃在切削时曾占据的各个位置记录在绘图纸（纸毛坯）上，这样我们就能清楚地观察到用范成法加工渐开线齿轮的过程。

五、实验步骤

1. 绘制标准齿轮

(1) 根据齿条刀具的参数和被加工齿轮的齿数 ($z=10$)，计算出该齿轮的齿顶圆半径 r_a ，分度圆半径 r ，基圆半径 r_b ，齿根圆半径 r_f 。

$$r_a = m\left(\frac{z}{2} + h_a^*\right) =$$

$$r = \frac{mz}{2} =$$

$$r_b = r \cos \alpha =$$

$$r_f = m\left(\frac{z}{2} - h_a^* - c^*\right) =$$

(2) 将绘图纸（纸毛坯）装在范成仪的圆盘上，并用压环压紧，然后以轴心为圆心，将根据已知的基本参数计算出来的被加工齿轮的齿顶圆、分度圆、基圆、齿根圆尺寸画在纸毛坯上。

(3) 调节刀具中线使其和分度圆相切，亦即使齿条刀具两端标记对准刻度的零点，然后用齿条刀具固定螺栓拧紧。

(4) 将齿条刀具移到最左端（或最右端）极限位置，用铅笔描齿条刀的外廓线，凡进入纸毛坯的齿条刀部分，且经铅笔描绘后即表示被加工齿轮该部分被切掉。

(5) 慢慢移动齿条刀具，每移动一次描绘一遍刀具的齿形。如连续地画下去代表刀具连续的插齿过程，最终这些稠密的齿形就显示了自己的包络线，即被切齿轮的齿廓曲线，直至将齿条刀具移到最右端（或最左端）极限位置。要求在纸毛坯上描绘出 2~3 个完整的齿形。通过观察，将会发现齿形根切很严重。

2. 绘制正变位齿轮

(1) 计算不产生根切的最小移距系数 $x_{\min} = \frac{17 - Z}{17}$ ，数据取整后，

取 $x = x_{\min} = 0.5$ 。

(2) 根据齿条刀具的参数和被加工齿轮的齿数（ $z=10$ ），计算出该齿轮的齿顶圆半径 r_a' ，齿根圆半径 r_f' ，且画在范成仪的纸毛坯上。

$$r_a' = m\left(\frac{z}{2} + h_a^* + x\right) =$$

$$r_f' = m\left(\frac{z}{2} - h_a^* - c^* + x\right) =$$

(3) 松开齿条刀具固定螺栓，将范成仪上齿条刀具 6 取下，转动圆盘 180° ，然后再装上齿条刀具 6，拧紧螺栓。

(4) 绘制变位齿轮对刀时，将齿条刀具平行退后（远离盘轮中心）一段距离 Xm （变位移距）。重新拧紧齿条刀具。此后，按照绘制标准齿轮的方式绘制变位齿轮。

六、实验要求

1. 在绘图纸（纸毛坯）上按机械制图的方式标出齿顶圆、分度圆、基圆、齿根圆的尺寸。

2. 在绘图纸（纸毛坯）的空白处写上被加工齿轮的主要参数 z, m, α, h_a^*, c^* 及 x 。

3. 在绘图纸（纸毛坯）的空白处写上班级、姓名、同组人、实验日期。

齿轮范成实验报告

班级_____ 姓名_____ 实验日期_____ 实验地点
审阅_____

一、齿轮基本参数

模数 $m =$ 齿数 $z =$ 压力角 $\alpha =$ 齿顶高系数 $h_a^* =$ 顶隙
系数 $c^* =$

二、实验结果比较（ $x > 0$ 的变位齿轮和标准齿轮参数比较）

项目	标准齿轮	变位齿轮	正变位齿轮相对 标准齿轮的变化
变位系数			
分度圆直径			
齿顶圆直径			
齿根圆直径			
基圆直径			
模数			
压力角			
分度圆齿厚			
分度圆齿槽 宽			
分度圆齿距			
全齿高			
齿顶高			
齿根高			
齿形			

三、齿轮范成图（附图）

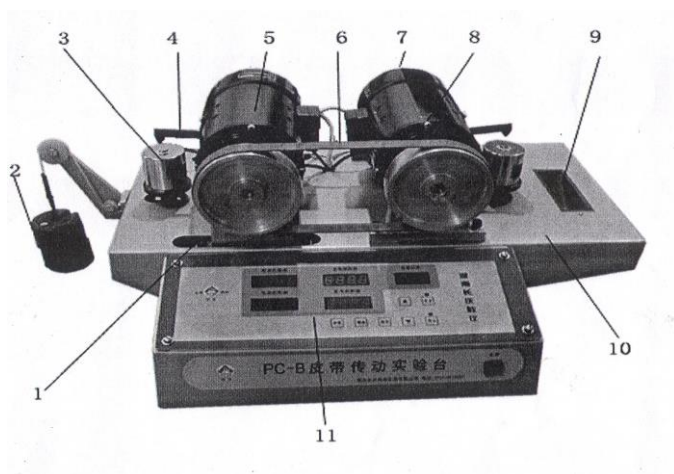
四、学习体会和建议

实验四 带传动实验

一、实验目的

1. 了解带传动实验台的结构和工作原理，观察带传动中的弹性滑动和打滑现象，分析影响因素。
2. 掌握扭矩 T 、转速 n 、转速差 Δn 的测量方法。
3. 实测弹性滑动系数 ε 和传动效率 η ，在直角坐标系中绘制 $\varepsilon - F$ 曲线和 $\eta - F$ 曲线。

二、实验设备



PC-B 型皮带传动实验台

1. 电机移动底板 2 砝码和砝码架 3. 力传感器 4. 转矩力测杆 5. 主动电动机
6. 平皮带 7. 光电测速装置 8. 发电机 9. 灯泡组 10. 座机壳 11. 操纵面板

1) 传动系统

由装有主动带轮的直流伺服电动机、平皮带、装有从动带轮的直流伺服发电机组成。在主、从动轮电机两端均特制滚动轴承座，电机外壳（定子）

均未固定，可相对其两端滚动轴承座转动。主动轮上的滚动轴承座固定在一个滑动的底板上，滑动的底板能相对机座在水平方向滑动。从动轮上的滚动轴承座则固定在机座机壳上。

2) 拖动与加载

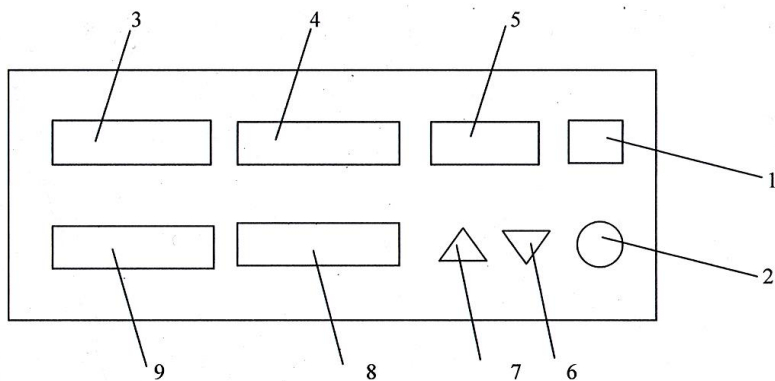
码架和砝码与滑动底板用绳和滑轮相连，通过张紧重砵的牵引作用，使测试带产生并保持一定的张紧力。增加或减少砝码，即可增加或减少带的初拉力。

PC-B 型带传动实验台由电动机拖动、发电机和灯泡组以及实验台内的电子加载电路组成加载系统。发电机发出的电能由灯箱内的灯泡进行消耗，用以实现加载。前面板上的触摸按钮进行手动控制和显示加载值的大小。

3) 数据采集

两电机的外壳上装有测力杆，测力杆触点与传感器触头相接触，带轮运行时电机外壳转动产生的支反力，通过测力杆传递给传感器。主、从动带轮的支反力 Q_1 、 Q_2 ，可直接在前面板各自的数码管上读取，进而能计算出扭矩。

两电机后端装有光电测速装置和测速转盘，采用红外线光电测速，主、从动带轮转速可直接在面板各自的数码管上读取。



1. 电源开关 2. 电动机转速调节 3. 主动轮支反力显示 4. 从动轮支反力显示
5. 加载(负载功率)显示 6. 卸载按钮 7. 加载按钮 8. 电动机转速显示 9. 发电机转速显示

4) 实验台主要技术参数

直流电机功率 355W

主电机调速范围 50~1500rpm

皮带初拉力值 2~3.5kgf

皮带轮直径 $D_1=D_2=120\text{mm}$

杠杆测力臂长度 L_1 、 L_2 —电动机、发电机中心至传感器中心触点的距离

$L_1=L_2=120\text{mm}$

压力传感器 精度 1% 测量范围为 0~50N

灯泡额定功率 320W (8 个 40W 灯泡)

工作场所 无强烈电磁干扰和腐蚀气体

环境温度 $0^\circ\text{C}\sim+40^\circ\text{C}$

电源电压 交流 $\sim 220\text{V}\pm 10\%$ 50HZ

相对湿度 $\leq 85\%$

实验台总重量 45kg

三、实验原理

1. 滑动系数的测试

由定义知，滑动系数

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_2}{V_1}$$

式中 v_1 、 v_2 ——主、从动带轮的圆周速度。m/s。

若分别设主、从动带轮的转速为 n_1 、 n_2 ，平皮带轮直径 D_1 、 D_2 ，则滑动系数

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_2}{V_1} = \frac{n_1 - \frac{D_2}{D_1} n_2}{n_1} = 1 - \frac{D_2}{D_1} \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

通常带轮的直径 D_1 、 D_2 为已知，故实验中只需测试主、从动带轮的转速 n_1 、 n_2 ，即可由式(1)计算出滑动系数。

2. 效率的测试

由效率的定义知，带传动的效率

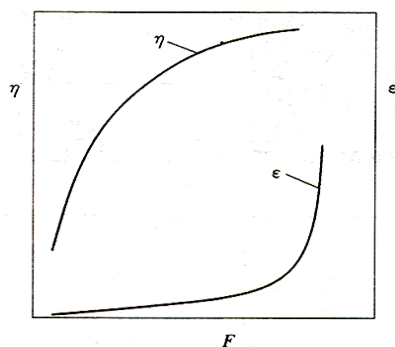
$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2 n_2}{T_1 n_1} \quad (2)$$

式中 P_1 、 P_2 ——带传动的输入、输出功率，单位 KW

T_1 、 T_2 ——主、从动带轮轴的转矩，单位 N·mm

可见，在测主、从动带轮轴的转速 n_1 、 n_2 的基础上，只需测主、从动带轮轴上的转矩 T_1 、 T_2 ，即可由式(2)计算出带传动的效率。

事实上，带传动的滑动系数 ε 及其效率 η 均非常数，而是随传递功率的改变而变化。为了寻求变化规律，通常在保持主动带轮转速 n_1 和带张紧力 F_0 不变的前提下，实验中采用改变负载(即改变带传动传递功率)的方法，可分别求得不同有效拉力 F 下带传动的效率 η 和滑动系数 ε 。整理采集到的实验数据，可将其变化规律以曲线方式表示在直角坐标系中。



带传动的效率与滑动曲线

PC-B 型皮带传动实验台操作注意事项

- ①皮带和带轮要保持非常清洁，绝对不能粘油。
- ②皮带和带轮如果不清洁，请先用干净的汽油、酒精洗干净，再用干抹布擦干净。
- ③实验前电动机活动底板上要反复推动，以确保灵活。
- ④启动电源开关前，需将面板上的高速旋钮逆时针旋到底（转速最低位置），以避免电机高速运动带来的冲击损坏传感器。在砝码架上加上一定的砝码使皮带张紧，以确保实验安全。
- ⑤实验测试前，先开机将皮带转速调至 1200 转 / 分附近，运转 30 分钟以上，使实验台皮带预热性能稳定。
- ⑥在实验中采集数据时，一定要等数据采集窗口的数据稳定后再进行采集。每采集一次，时间间隔 5~10 秒钟。

⑦当皮带加载至打滑时，运转时间不能过长，防止损坏皮带。

⑧在皮带万一飞出的情况下，一般可将皮带调头，再装上进行实验。在皮带调头，实验仍不能进行的情况下，则需将电机支座固定螺钉松动，适当调整两个带轮的轴线，使其平行后，再拧紧螺钉。

带传动实验报告

班级_____ 姓名_____ 实验日期_____ 实验地点_____

审阅_____

二、 $\varepsilon - F$ 曲线和 $\eta - F$ 曲线

三、学习体会和建议

实验五 轴系结构设计实验

一、实验目的

熟悉和掌握轴的结构设计和轴承组合设计的方法及基本要求。

二、实验设备

1. 模块化轴段（可组装不同结构形状的阶梯轴）。
2. 轴上零件：齿轮、蜗杆、带轮、联轴器、轴承、轴承座、端盖、套杯、套筒、圆螺母、轴端挡板止动垫圈、轴用弹性挡圈、孔用弹性挡圈、螺钉、螺母等。
3. 工具：活扳手、胀钳、木榔头、胶木榔头、铁榔头、铜套、铜棒等。
4. 量具：150mm 游标卡尺、300mm 钢板尺。

三、实验准备（各项准备工作应在进实验室前完成。）

1. 从轴系结构设计实验方案中选择设计实验方案号。
2. 根据实验方案规定的设计条件确定需要哪些轴上零件。
3. 绘出轴系结构设计装配草图，并注意以下几点：
 - （1）应满足轴的结构设计、轴承组合设计的基本要求。如轴上零件的固定、装拆、轴承间隙的调整、密封、轴的结构工艺性等（暂不考虑润滑问题）。
 - （2）标出每段的直径和长度，其余零件尺寸可不标注。

四、实验步骤

1. 利用模块化轴段组装阶梯轴，该轴应与装配草图中轴的结构尺寸一致或尽可能相近。
2. 根据轴系结构设计装配草图，选择相应的零件实物，按装配工艺要求顺序装到轴上，完成轴系结构设计。
3. 检查轴系结构设计是否合理，并对不合理的结构进行修改。合理的轴系结构应满足下述要求：

- (1) 轴上零件装拆方便，轴的加工工艺性良好。
- (2) 轴上的零件固定（轴向、周向）可靠。
- (3) 轴承固定方式应符合给定的设计条件，轴承间隙调整方便。
- (4) 锥齿轮轴系的位置应能作轴向调整。

注：因实验条件的限制，本实验忽略过盈配合的松紧程度、轴肩过渡圆角及润滑等问题。

- 4. 测绘各零件的实际结构尺寸（底板不测绘，轴承座只测量轴向宽度）。
- 5. 装配完毕，经指导教师审核后方可拆卸。将零件放回箱内，分门别类排列整齐。工具、量具放回原处。
- 6. 在实验报告上按 1:1 比例完成轴系结构设计装配图（只标出各段轴和直径和长度即可，公差配合及其余尺寸不用标柱，零件序号、标题栏可省略）。

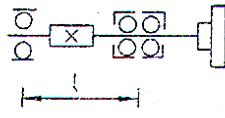
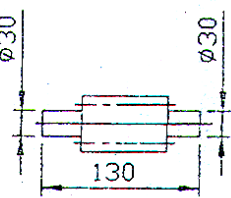
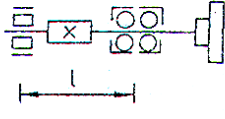
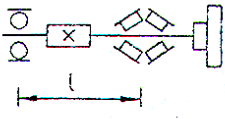
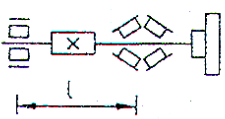
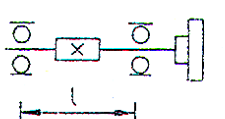
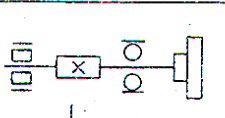
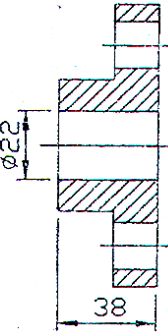
表1

传动件结构及相关尺寸

研 花			带 轮		联 粘 器		
A	B	C	A	B	A	B	C

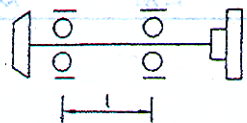
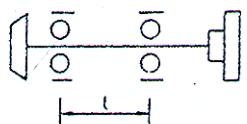
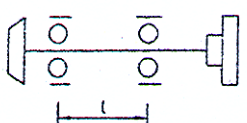
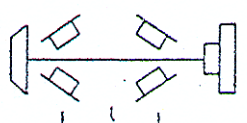
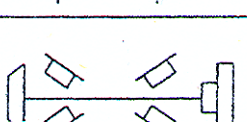
轴系结构设计实验方案

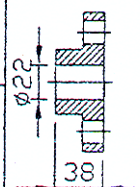
表2

方案类型	序号	方案号	设计条件				传动件
			轴系布置简图	轴承固定方式	轴承代号	$l \approx (\text{mm})$	
蜗杆减速器输入轴	09	3-1		一端固定 一端游动	固定端 7206c 游动端 6306	168	 蜗杆
	10	3-2		一端固定 一端游动	固定端 7206c 游动端 N306	168	
	11	3-3		一端固定 一端游动	固定端 30206 游动端 6306	168	
	12	3-4		一端固定 一端游动	固定端 30206 游动端 N306	168	
	13	3-5		一端固定 一端游动	固定端 6206 游动端 6206	157	
	14	3-6		一端固定 一端游动	固定端 6206 游动端 N206	157	
							 联轴器

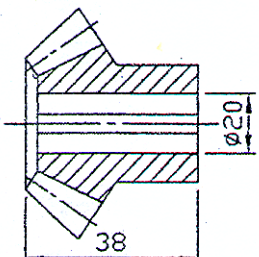
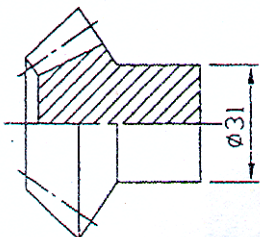
轴系结构设计实验方案

表3

方案类型	序号	方案号	设计条件					传动件	
			轴系布置简图	轴承固定方式	轴承代号	$l \approx (\text{mm})$		齿轮	联轴器
锥齿轮减速器输入轴	15	5-1		两端固定结构	6205	80		A	
	16	5-2		两端固定结构	6205	80		B	
	17	5-3		一端固定 一端游动	固定端 6205 游动端 6305	80		A	
	18	5-4		两端固定结构	30205	80		A	
	19	5-5		两端固定结构	30205	80		B	
	20	5-6		两端固定结构	30205	75		B	



齿轮结构及相关尺寸

A	B
	

轴系结构设计实验报告

班级_____ 姓名_____ 实验日期_____ 实验地点_____

审阅_____

一、按 1:1 比例完成轴系结构设计装配图

二、学习体会和建议

实验六 减速器拆装实验

一、实验目的

减速器是一种普遍通用的机械设备，其结构包括了传统设计（直齿轮、斜齿轮、锥齿轮、蜗杆等），支撑件设计（轴、轴承等），箱体设计及密封设计等内容，是机械各专业学生进行综合设计能力训练所常用的参考设备。

在学生首次独立进行机械设计能力训练的过程中，由于对齿轮结构、加工过程、安装形式不熟悉；对轴的结构、加工过程、选材、热处理不熟悉；对箱体结构、铸造（焊接）过程不熟悉；对轴承型号选择、密封形式选择、连接件选择与安装没有经验。所以，让学生亲自动手进行减速器失误拆装很有必要。通过减速器拆装实验，可以使学生对减速器各个零部件有直接认识，进一步了解和掌握各零部件的结构意义、加工工艺、安装方法。尤其是运动件与运动件之间的安装要求、运动件与固定件之间的安装要求、轴承的拆装等，通过拆装实验，都可以起到事半功倍的作用。

1. 了解减速器结构、熟悉装配和拆卸方法。
2. 加深了解轴和轴承部件的结构。
3. 了解减速器各附件的名称、结构、安装位置。

二、实验设备和工具

1. 一级圆柱齿轮减速器、二级圆柱齿轮减速器、锥齿轮减速器、蜗杆减速器。
2. 游标卡尺、钢板尺、活扳手。

三、拆装步骤与实验内容

1. 拔出减速器箱体两端的定位销。
2. 拧下轴承端盖上的螺栓，去下轴承端盖及调整垫片。
3. 拧下上下箱体连接螺栓及轴承旁连接螺栓。
4. 把上箱体取下。

5. 测量齿轮端面至箱体内壁的距离并记录，测量输出端大齿轮外圆至箱体内壁的距离和输入端小齿轮外圆至箱体内壁的距离并记录，测量输出端大齿轮外圆至下箱体底面的距离并记录。

6. 逐级取下轴上的轴承、齿轮等，观察轴的结构，测量阶梯轴的各段直径、测量阶梯轴不同直径处的长度。测量齿轮轮毂宽度和轴承宽度，与安装齿轮处的长度和安装轴承处的长度进行尺寸比较。

7. 目测训练：估算齿轮（蜗轮）的齿数、外圆直径、齿宽、两齿轮的中心距，轴的直径等，然后再用测量工具测量上述尺寸。

8. 测量轴的安装尺寸，了解轴承的安装、拆卸、固定、调整方法（包括与之相关的轴承端盖结构、调整垫片、挡油环结构）。

9. 了解并掌握齿轮在轴上的轴向固定方法。

10. 观察了解减速器辅助零件的用途、结构和安装位置的要求。

11. 目测与测量各种螺栓直径：地脚螺栓、轴承旁连接螺栓、上下箱体连接螺栓、轴承端盖连接螺栓、窥视孔盖连接螺栓、起盖螺栓（起盖螺钉）、吊环螺钉等。

12. 测量箱体有关尺寸：两轴承孔间中心距、中心高、上下箱体壁厚、地脚凸缘厚度与宽度、上下箱体连接凸缘厚度与宽度、轴承旁凸台宽度与高度、筋板厚度等。

13. 将所测内容及吃醋填入表格中（记录表格见实验报告）。

14. 拆卸、测量完毕、依次装回。

15. 经指导老师检查装配良好、工具齐全后，方能离开现场。

四、注意事项

1. 在拆卸时，都要先仔细观察结构，搞清楚结构的特点之后再拆，切记一下子就把所有零件全部拆散。

2. 结合讲课内容及有关参考资料，了解结构特点，互相对比分析优缺点。

3. 保持工作场所的清洁，恢复原状，整理工具。

减速器拆装实验报告

班级 _____ 姓名 _____ 实验日期 _____
_____ 审阅 _____

一、减速器主要参数测量数据

名称	符号	尺寸 (mm)	名称	符号	尺寸 (mm)
地脚螺栓直径 (孔)	d_f		机盖凸缘厚度	b_1	
轴承旁连接螺栓直径	d_1		机座底凸缘厚度	b_2	
盖与座连接螺栓直径	d_2		中心距	a	
轴承端盖螺栓直径	d_3		中心高	H	
窥视孔螺栓直径	d_4		(主) 轴承端盖外径	D_2	
机座壁厚	δ		上下箱体筋板厚	m / m_1	
机盖壁厚	δ_1		大齿轮顶圆 (蜗轮外圆) 与内壁距离	Δ	
机座凸缘厚度	b		齿轮端面 (蜗轮) 与箱体内壁距离	Δ_1	

二、实验思考题

1. 减速器的齿轮和轴承采用什么方式润滑？

2. 试以中间轴或低速轴为例，说明轴上零件的轴向固定和周向固定方式。

三、学习体会和建议